

风电场升压站继电保护系统原理研究

吴培詹

(神华<故城>新能源有限责任公司, 河北 衡水 053000)

【摘要】在一个国家的经济发展过程中, 电力在各个行业的发展中都起着至关重要的作用。随着科技的进步, 对电力系统安全稳定性的需求也越来越高, 对于风力发电场站来说要求更加严格。目前风电行业发展比较快, 就会导致一些问题发生, 在风电场运维过程中发生短路故障越来越多, 对电力系统的稳定运行就会产生很大的影响。文章通过对继电保护的基本概念原理的剖析, 探讨了其在升压站中的作用及使用情况, 希望可以为新能源场站的发展以及升级提供一定的帮助。

【关键词】风电场; 升压站; 继电保护; 原理

前言:

继电保护是风电场升压站的核心组成部分, 它的作用是保证电力系统的安全稳定运行, 同时完成对发电设备的测量、计量、调节、控制和保护, 有着非常重要的作用。所谓的继电保护即是把测控装置、继电保护装置、安全自动装置、故障录波装置等设备的统称, 实现对一次系统设备运行工况的监视、测量、控制、保护、调节等。其功能是对电力系统运行中出现的各种异常情况进行及时的监测与告警, 并对出现的故障或异常情况进行及时的处理和隔离, 保证电力系统安全稳定的运行。

一、继电保护的概念

当电力系统发生故障或异常现象时, 利用一些电力自动装置将故障部分从系统中迅速切除, 或在发生异常时及时发出信号, 已达到缩小故障范围、减少故障损失、保障系统安全运行的目的。通常将执行上述任务的电气自动装置叫继电保护装置。当变电站出现故障时, 该装置在探测到电流的升高、电压的降低等异常变化, 且超过保护定值时, 装置就会启动给控制主设备(如输电线路、变压器等)的断路器发出跳闸信号, 将发生故障的主设备从系统中切除, 保证无故障部分继续运行。即内部故障时发出跳闸命令。当变电站出现不正常工作状态时发出信号, 运维人员根据继电保护发出的信号对不正常工作状态进行处理, 防止不正常工作状态发展成故障。即不正常工作时发出告警信号。并且, 为了保证它能够实现这项基础工作, 在技术上要有很高的灵敏度和可靠性, 并且要保证速度和选择, 这

样才有更高的可信度和安全度, 对设备保护的响应速度很快, 能够迅速地排除故障或异常状况, 并且可以有选择地切断和隔离出故障和异常的设备, 保证其他没有故障的设备可以正常的工作。

二、几种重要继电保护原理分析

(一) 220kV送出线路保护

风电场升压站220kV送出线路主保护两端均采用双重化配置的纵联光纤差动保护, 即分相式电流差动保护。原则是配置两套不同厂家、不同原理的主保护装置, 两套保护装置的工作电源取自不同的直流母线, 保护电流取自不同的电流互感器次级, 保护电压取自不同的电压互感器次级, 保护作用于不同的跳闸出口, 保护的传输通道不同, 保护的开关操作电源取自不同的直流母线。以此来保证送出线路的保护的安全、可靠性, 保证电力系统的安全稳定运行。

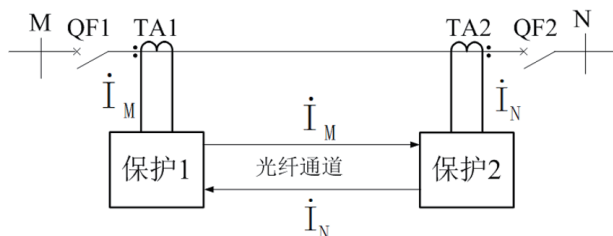


图1 纵联光纤差动保护原理图

其原理为: 当主保护两端之间的线路出现故障时, 线路两端同时向故障点提供电流, 保护装置检测到电流突变启动, 电流流向以母线向线路侧规定为正方向, 此时差动电流大于保护定值整定电流, 制动电流最小, 保护装置判定为区内故障, 保

护动作跳开两侧断路器；若故障点发生在区外，此时差动电流最小，制动电流最大，保护不动作。

（二）主变压器保护

风电场升压站主变压器主保护有差动保护及瓦斯保护，反映主变外部故障的主保护为差动保护，反应主变内部的保护主要为瓦斯保护，其中轻瓦斯保护只发告警信号，重瓦斯保护发跳闸信号。

瓦斯保护的原理为：当瓦斯继电器内部有气体积累时，上浮球开始下降，气体容量达到一定整定值时，一般为250ml~300ml，此时瓦斯继电器干簧点闭合，发出轻瓦斯报警信号；当瓦斯继电器内部有油液涌动时，推动挡板转动，油液流速达到一定整定值时，一般为0.6~1.5m/s，此时瓦斯继电器干簧点闭合，发出重瓦斯跳闸信号，跳开主变压器各侧开关。

（三）母线保护

与其他设备保护相比，母线保护的要求更为苛刻。当变电站母线发生故障时，如不及时切除故障，将会损坏众多电力设备，破坏系统的稳定性，甚至导致电力系统瓦解。如果母线保护误动，也会造成大面积的停电。因此，设置动作可靠、性能良好的母线保护，使之能迅速有选择地切除故障是非常必要的。母线故障开始阶段大多表现为单相接地故障，随着短路电弧的移动，故障往往发展为两相或三相接地短路。在35kV母线保护装置中最为主要的是母差保护。

母差保护的原理为：在母线正常运行及外部故障时，各线路流入母线的电流和流出母线的电流相等，各线路的电流向量和等于零；当母线上发生故障时，各线路电流均流向故障点，其向量和（差动电流）不再等于零，满足一定条件后，出口跳开相应开关。

（四）35kV集电线路保护

风电场集电线路保护的主要为过流I、II段保护和零序过流I、II段保护，零序电压采集通过外接零序CT的方式引入。

根据现场运行经验，35kV集电线路保护动作多为零序过流I段保护动作，故障原因多为地埋电缆头烧穿、避雷器引流线脱落搭接杆塔、鸟巢搭接架空线等。一般来说，零序过流I段多为集电线路金属实

接地造成，零序过流II段多为高阻接地造成。

过流I段也叫电流速断保护，过流II段也叫限时过流保护，一般I段比II段动作电流定值大，II段比I段动作时间延长一个时限级差 Δt ，一般 $\Delta t=0.3s$ ，过流III段作为近后备或远后备保护。

零序过流保护原理：零序保护是与35kV集电线路系统中的接地变配合使用的一种保护，这也是新能源场站特有的一种保护。接地变的作用就是人为制造了一个中性点接地电阻。当集电线路发生接地故障后，会在接地故障点产生一个高电位的零序电压，而且距离故障点越近，电位越高。此时，由于系统中存在零电位，零序电流通过线路零序电流互感器、线路开关、母线，流经接地变接地。线路零序电流互感器采集到有零序电流流过，达到保护定值后，跳开故障线路开关，切除故障点。

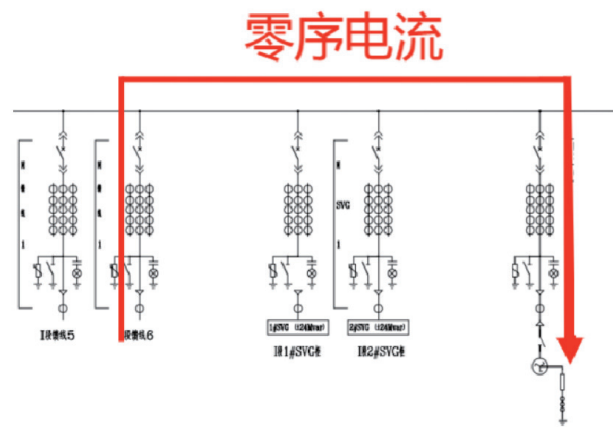


图2 零序过流保护原理图

三、继电保护系统应用现状及存在问题

从目前继电保护系统的使用情况来看，在电网发生故障或异常情况时，能起到很好的预警与排除作用，但是也有以下一些问题。

（一）设计的合理性欠缺

继电保护回路分为直流、CT、PT三种回路，由于其回路形式的差异，其回路设计方法也各不相同，对设计者提出了更高的技术要求；同时，设计者在设计时，除了要考虑三种回路之间的差别外，还要保证设计方案与升压站对继电保护二次回路的规定相一致，但由于一些设计者对回路差异性认识不足，在设定回路时会出现错误，造成设计方案不能很好地适应三种回路之间的差异，同时也增加了

系统的安全隐患。

（二）施工不到位

继电保护在升压站中起着十分重要的角色，是确保风电场安全、稳定工作的关键。伴随着社会的发展，升压站也逐步朝着自动化和智能化方向发展，与之相适应的继电保护二次回路技术也在不断地改进，因此，风电场的工作效率有了很大的提升，但对相关的施工工艺也有了较高的要求。然而，就目前的施工和管理情况而言，还存在着许多不健全的地方，造成许多施工遗留的问题，存在着较大的安全隐患，严重地制约着升压站的运行效率、安全、稳定和可靠性，对风电场的发展造成了一定的影响。

（三）存在保护死区

风电场可能存在两处保护死区：一是若母线为双母线配置，则母线保护的死区是：故障发生在母联CT和断路器之间，即使断路器跳开，仍然不能切除故障。

二是集电线路开关柜零序CT上部，即开关柜内存在死区。外接式的零序电流互感器与电缆头连接处存在保护死区，在此区域发生故障时零序保护不动作，开关拒动无法切除故障点，从而转变为35kV母线系统故障，造成事故范围扩大。

四、继电保护存在问题的解决措施

（一）对继电保护回路设计方案进行优化

首先要提高设计者的整体素质，加强对设计者的职业培训，邀请业内顶尖人士来新能源场站进行经验交流与设计研讨，并将各方面的观点结合起来，对新能源场站中的继电保护二次回路设计方案进行优化。在优化时，需要综合考虑三种不同回路的差异性，并根据运行规程和回路差异，提高回路的灵敏度、可靠性、快速性和选择性。

（二）加大对施工过程的监管力度

建设的有关管理人员要紧跟升压站的自动化、智能化，适时地引进新的施工技术，还要对员工进行定期的技能训练，使其尽快地学会新的建筑工艺，并将其应用到施工中，从而提高建筑的整体水平。在施工期间，施工相关管理人员要严格监督施工人员的施工，要严格按照设计规范要求施工，同时要重视继电保护调试工作，注意调试过程中有没

有出现施工遗留问题，并对其进行检查和处理，以免在正式投产之后，出现问题给风电场的运维带来了麻烦和经济损失。

（三）对保护死区采取的措施

继电保护的电流互感器应当采取交叉配置的方式，从而保证不会出现保护死区的情况。如果对保护动作死区的问题实在不能解决，在确保系统稳定的前提下，可以采用启动失灵或者远方跳闸等备用措施。

结论：

综上所述，继电保护系统在风电场升压站中扮演着重要的角色，随着风电场装机并网容量越来越多，必须注重它的设计方案，严格监控它的施工，及时发现回路的老化现象，防止事故的发生与恶化，确保继电保护装置能有效切除故障，缩小故障范围，提高升压站的继电保护系统的综合性能，减少短路故障所带来的损失，确保整个风电场安全稳定的运行。

参考文献：

- [1]邹军华,刘进辉,樊荣兴.电厂继电保护定值风险评估[J].中国科技信息,2014(19):160-161.
- [2]袁渝蓉.220kV智能变电站继电保护调试关键问题及对策分析[J].中国高新技术企业,2015(36):129-130.
- [3]董婷婷.关于电厂继电保护安全管理运行的探讨[J].山东工业技术,2016(7):157-157.
- [4]白瑞珍.电厂继电保护系统可靠性的影响因素及提升途径[J].科技创新与应用,2016,6(27):195-195.
- [5]穆汉琳,穆仲锁.关于电厂继电保护装置检修与管理的探讨[J].科技风,2016(17):162-162.
- [6]肖茂岑.智能变电站继电保护的运行和维护[J].通讯世界,2016,22(11):184-185.
- [7]DL/T 5506—2015,电力系统继电保护设计技术规范[S].
- [8]俞靖一.陆上风电场继电保护配置典型方案研究[J].能源与环境,2019(6):46-46.
- [9]崔运海,王建勋.风电场接入系统继电保护配置方案研究[J].吉林电力,2009,37(4):1-4.